

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL

## MIKORIZA: PUPUK DAN PESTISIDA HAYATI PENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN YANG RAMAH LINGKUNGAN

BANDAR LAMPUNG, 20-21 JULI 2011



KERJASAMA  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS LAMPUNG,  
ASOSIASI MIKORIZA INDONESIA(AMI) PUSAT,  
DAN  
SEAMEO BIOTROP

2011

# SEMINAR NASIONAL DAN WORKSHOP MIKORIZA

**MIKORIZA: FUPUK DAN PESTISIDA HAYATI PENDUKUNG PERTANIAN  
BERKELANUTAN YANG RAMAH LINGKUNGAN**



## SERTIFIKAT

diberikan kepada

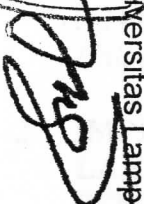
**Dr. Ir. RR. Yudhy Harini B., M.P.**


atas partisipasinya sebagai

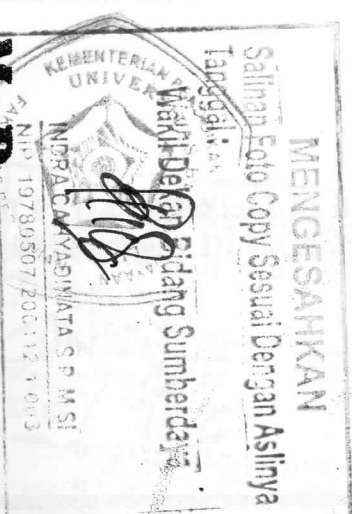
**PEMAKNAHAN**

Dalam Seminar Nasional Mikoriza yang diselenggarakan di Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
pada tanggal 20 - 21 Juli 2011

Bandar Lampung, 21 Juli 2011

Mengesahkan  
Rektor Universitas Lampung,  
  
Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S.

Ketua Pelaksana,  
PANITIA  
  
Dr. Ir. Maria Viva Rini, M. Sc.



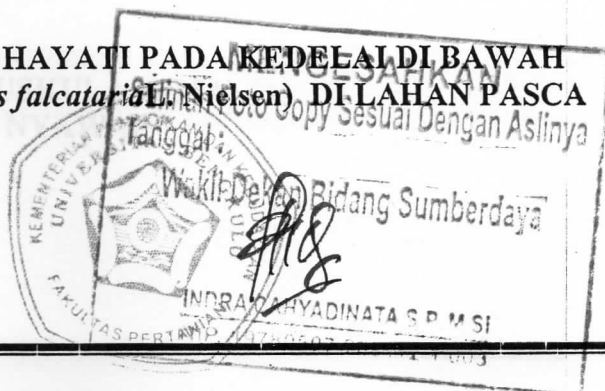
# DAFTAR ISI

## MAKALAH UTAMA

- 1 **MEMBANGUN USAHA PERTANIAN (DALAM ARTI LUAS) YANG MANDIRI DAN KOMPETITIF: MENGGALI TEKNOLOGI MIKORIZA YANG MASIH TERKUBUR**  
Irdika Mansur  
Halaman 1-8
- 2 **IMPLEMENTASI MIKORIZA DALAM TAHAPAN PRA REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG DI PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN**  
Munandar, Husein, Danang, Suryadi dan Titik  
Halaman 9-16
- 3 **AN OVERVIEW ON MYCORRHIZA COMMERCIALIZATION; A MICROBE BASE BIOPRODUCT IN MALAYSIA**  
Charles Borrromeo Alester Abi  
Halaman 17-18

## MAKALAH PESERTA

- 1 **EFEKTIVITAS VERMIKOMPOS UNTUK MEMPRODUKSI INOKULAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA *Claroideoglomus etunicatum* (Gerdemann & Becker, Schüßler & Walker) DAN BIOMASSA TANAMAN KUDZU**  
Abimanyu D. Nusantara, Cecep Kusmana, Irdika Mansur, Latifah K. Darusman, Soedarmadi Hardjosoewignyo  
Halaman 19-30
- 2 **PENGARUH BAHAN ORGANIK DAUN GLIRICIDIA (*Gliricidia sepium*) DAN MINOKULASI MIKORIZA VESIKULAR ARBUSKULAR TERHADAP PERTUMBUHAN HASIL JAGUNG SEMI (*Zea Mays L.*) DAN KETERJADIAN PENYAKIT BUSUK PELEPAH**  
R. Eviyati, Suskandini Ratih D  
Halaman 31-39
- 3 **DAMPAK PENGGUNAAN PUPUK HAYATI PADA KEDELAI DI BAWAH TEGAKAN SENGON *Paraserianthes falcataria* (L. Nielsen) DI LAHAN PASCA PENAMBANGAN BATU BARA**  
Rr Yudhy Harini Bertham  
Halaman 41-50



- 4 **EFEKTIVITAS PEMBERIAN PUPUK FOSFAT ALAM DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA PERTUMBUHAN DAN PEMBENTUKAN KAYU BIBIT MANII (*Maesopsis eminii* Engl.)**  
Rina Bogidarmanti, Sri Wilarso Budi R, Imam Wahyudi  
*Halaman 51-64*
  
- 5 **PRODUKSI TANAMAN KOPI ROBUSTA AKIBAT INOKULASI ISOLAT JAMUR MIKORIZA RIZOSFER KOPI**  
Jhon Bako Baon  
*Halaman 65-73*
  
- 6 ***Mycelium of Mycorrhizal Fungi Increases Soil Aggregates***  
Noor F Mardatin, Matthias C Rillig  
*Halaman 75-79*
  
- 7 **DAYA TAHAN HIDUP INOKULUM FUNGI EKTOMIKORIZA DI DALAM TANAH YANG DISTERILISASI MELALUI PERCOBAAN DI PERSEMAIAN**  
Hesti Lestari Tata  
*Halaman 81-87*
  
- 8 **EFEKTIFITAS MIKORIZA SEBAGAI PENGENDALI PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG YANG DISEBABKAN OLEH *Ganoderma boninense* DAN PEMACU PERTUMBUHAN KELAPA SAWIT DI PEMBIBITAN**  
Hari Priwiratama, Azhar F Lubis, Yenni Bakhtiar, Agus Susanto  
*Halaman 89-97*
  
- 9 **MORFOFISIOLOGI DAN HASIL BERBAGAI PROVENAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) DAN ASOSIASINYA DENGAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DI LAPANGAN**  
Iskandar M.Lapanjang, Bambang S. Purwoko, Hariyadi, Sri Wilarso, Maya Melati  
*Halaman 99-113*
  
- 10 **PENGARUH PEMBERIAN SPORA *SCLERODERMA VERRUCOSUM* TERHADAP PERTUMBUHAN ANAKAN *SHOREA* SPP. DI RUMAH KACA**  
Massofian Noor  
*Halaman 115-122*
  
- 11 **PENGARUH MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL KALIANDRA (*Calliandra calothyrsus*) DI LAHAN KRITIS BEKAS ERUPSI GUNUNG BATUR**  
Budi Hadi Narendra  
*Halaman 123-129*
  
- 12 **PENGARUH FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT NYAWAI**  
Ragil SB Irianto, Riskan Effendi  
*Halaman 131-135*



- 13 **EFEK *BRACHLARIA*, MIKORIZA DAN KOMPOS JERAMI PADI DIPERKAYA KALIUM TERHADAP MUTU HASIL UBIKAYU YANG DITANAM PADA TANAH MASAM**  
B. Hafif, S. Sabiham, A. Iswandi, A. Sutandi, Suyamto  
*Halaman 137-147*
- 14 **KEEFEKTIFAN PUPUK HAYATI MIKORIZA YANG DIPERKAYA TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT NYAMPLUNG**  
Happy Widiastuti, Tati Rostiwati  
*Halaman 149-156*
- 15 **KOLONISASI, JUMLAH SPORA DAN KERAGAMAN JENIS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) PADA *Syzygium grande* (WIGHT) WALP. (JAMBU HUTAN) YANG DITANAM DI TAILING TIMAH**  
Restu Ananda, Idha Susanti, Yadi Setiadi, Eddy Nurtjahya  
*Halaman 157-164*
- 16 **APLIKASI MEDIA TUMBUH DAN BEBERAPA CENDAWAN EKTOMIKORIZA DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN *Shorea javanica* K & V**  
Diana Prameswari, Supriyanto, Erdy Santoso  
*Halaman 165-174*
- 17 **PERBANDINGAN JENIS SPORA DAN KOLONISASI FUNGSI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) DI LAPANGAN, BIAKAN POT, DAN TANAMAN ANAKAN**  
Rita Tri Puspitasari, Nampiah Sukarno, Kartini Kramadibrata, Dede Setiadi  
*Halaman 175-186*
- 18 **IDENTIFITKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DI LAHAN PERKEBUNAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**  
Nurhalisyah, Rahmad D  
*Halaman 187-193*
- 19 **PENGUNAAN SENYAWA HUMIK DALAM KULTUR *TRAPPING* FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA**  
Deni Elfiati, Delvian  
*Halaman 195-200*
- 20 **RESPON PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN GAMBIR(*Uncaria gambir* Roxb) TERHADAP BEBERAPA JENIS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA**  
Kasli, Armansyah, Eti Farda Husin  
*Halaman 201-206*
- 21 **RESPON PERTUMBUHAN BIBIT GAMBIR (*Uncaria gambir* ROXB) HASIL KULTUR *IN VITRO* DENGAN PENGGUNAAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA AKLIMATISASI**  
Warnita, Armansyah  
*Halaman 207-213*

- 22 **RESPONS KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L) TERHADAP APLIKASI PUPUK HAYATI MIKORIZA PADA TANAH ULTISOL**  
Setyo Dwi Utomo, Yafizham  
Halaman 215-222
- 23 **APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA SEBAGAI BIOFERTILIZER DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERBAIKAN HARA TANAH ULTISOL DAN HASIL SELADA (*Lactuca sativa*.L)**  
Eti Farda Husin, Oktanis Emalinda, Amrizal Saidi, Desi Ariani  
Halaman 223-230
- 24 **RESPON PERTUMBUHAN KAYU BAWANG (*Dysoxylum mollissimum*) YANG DIINOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR (FMA) DAN PEMUPUKAN NPK DI PERSEMAIAN SERTA PEMUPUKAN *GREEN FARM* DI LAPANGAN**  
Maliyana Ulfa, Sri Utami, Nanang Herdiana, Armellia Prima Yuna, Teten Rahman Saepulloh  
Halaman 231-238
- 25 **ANALISA USAHATANI TANAMAN PISANG (*Musa parasidiaca* L) DENGAN MENGGUNAKAN BIBIT KULTUR JARINGAN (*IN VITRO*) YANG DIBERI FMA PADA KELOMPOK TANI MITRA TANI DI KANAGARIAN TABEK PANJANG KECAMATAN BASO KABUPATEN AGAM**  
Zelfi Zakir  
Halaman 239-252

## POSTER

- 1 **RESPON PERTUMBUHAN SETEK LADA SATU RUAS TERHADAP PEMBERIAN MIKORIZA DAN BAHAN ORGANIK DI BERBAGAI MEDIA TANAM CAMPURAN *TAILING* PASCA PENAMBANGAN**  
Tri Lestari, Beni Bastari, A.Nopoleon  
Halaman 253-265
- 2 **PENGARUH FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF RUMPUT *ELEUSINE INDICA* DAN *PASPALUM NOTATUM* PADA TANAH TERCEMAR MINYAK BUMI**  
Fadliah Salim  
Halaman 267-272

**DAMPAK PENGGUNAAN PUPUK HAYATI PADA KEDELAI DI BAWAH  
TEGAKAN SENGON (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) DI LAHAN  
PASCA PENAMBANGAN BATU BARA**

**Rr Yudhy Harini Bertham**

*Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Budidaya Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu*

☎ (0736) 211170 (ext 216), 21290

✉ yudhyhb@gmail.com



**ABSTRAK**

Lahan pasca penambangan batubara dapat dimanfaatkan untuk budidaya pertanian dengan pola agroforestri sengon dan tanaman kedelai yang diinokulasi dengan pupuk hayati. Percobaan lapangan dilaksanakan dengan tujuan menguji kesesuaian pupuk hayati (fungi mikoriza arbuskula, fungi pelarut fosfat dan campuran keduanya) untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil dua genotipe kedelai (25EC dan Slamet) di lahan agroforestri pasca penambangan batubara. Hasil percobaan menunjukkan dua genotipe yang diuji pada dasarnya mampu tumbuh baik dan menghasilkan biji yang sama banyaknya. Pertumbuhan dan hasil kedua genotipe kedelai tersebut semakin meningkat jika diinokulasi dengan fungi mikoriza arbuskula (FMA) *Gigaspora margarita* atau fungi pelarut fosfat (FPF). Pupuk hayati kombinasi justru menghasilkan pengaruh yang lebih buruk dibandingkan dengan FMA atau FPF saja. Tampaknya terjadi persaingan antara FMA dan FPF yang pada dasarnya memiliki tugas yang kurang lebih sama yaitu mempengaruhi penyediaan unsur hara fosfor untuk tanaman kedelai.

**Kata kunci:** agroforestri, pupuk hayati, tanah pasca penambangan batubara

**PENDAHULUAN**

Deforestasi prapenambangan telah meniadakan fungsi ekosistem hutan sebagai pengatur tata air, pengendalian erosi, penyerap karbon, produsen oksigen, pengatur suhu, dan pemelihara keragaman hayati. Simbiosis segitiga rizobia-fungi penyedia P-tanaman legum dapat menjadi faktor penentu keberhasilan program reforestasi tanah pasca penambangan batubara, di kawasan tropika. Tanaman legum memerlukan banyak P agar mampu menambat  $N_2$  dari atmosfer (Sprent, 2008). Jasad renik yang mampu meningkatkan ketersediaan dan serapan P, misalnya fungi pelarut fosfat (FPF) dan fungi mikoriza arbuskula (FMA), dengan demikian penting artinya bagi tanaman legum. Penanaman tanaman legum yang diinokulasi dengan rizobia dan FMA pada tanah terdegradasi telah terbukti dapat meningkatkan kesuburan kimia dan biologi tanah tropika melalui mekanisme rhizodeposisi dan peningkatan aktivitas jasad renik rizosfer (Bertham, 2006).

Rizosfer tanah di Indonesia pada umumnya, dan di Provinsi Bengkulu khususnya, kaya akan berbagai fungi yang terlibat langsung dalam daur biogeokimia P (FPF), misalnya marga *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces*, dan *Eupenicillium* (Whitelaw, 2000). Fungi tersebut mampu mengekskudasikan asam organik, misalnya asam sitrat (Wei *et al.*, 2010), untuk mengkhelasi ion Fe dan Al sehingga melepaskan ion orthofosfat untuk dapat diserap tanaman P (Vassilev *et al.*, 2006; Scervino *et al.*, 2010). Fungi tersebut juga mengasimilasi ion  $NH_4^+$  untuk perkembangbiakannya sehingga memasamkan rhizosfir

yang berujung kepada peningkatan ketersediaan P (Pradhan dan Sukla, 2005). Kemampuannya untuk mengkhelasi ion Fe menjadikan FPF berpotensi sebagai agen hayati penangkal patogen (Vassilev *et al.*, 2006). Di sisi lain, para akademisi juga telah meyakini peran fungi mikoriza arbuskula (FMA) untuk membantu mengatasi cekaman hayati dan nir-hayati, termasuk meningkatkan ketersediaan P, sehingga meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanah dan tanaman (Vosátka & Albrechtová, 2009; Gianinazzi *et al.*, 2010; Smith *et al.*, 2010). Kedua fungi penyedia P tersebut dengan demikian menduduki posisi yang penting dalam kesinambungan agroekosistem.

Simbiosis segitiga rizobia-fungi penyedia P-tanaman legum berlangsung dalam relung yang sama yaitu rizobia dan FMA dalam akar tanaman dan FMA dan FPF pada rizosfir legum sehingga tidak jarang menghasilkan dampak yang tidak diharapkan. Kemungkinan yang terjadi ialah terjadi stimulasi atau kompetisi diantara simbiosis tersebut bergantung kepada jenis atau strain rizobia, FPF dan FMA serta lingkungan tumbuh (Nusantara *et al.*, 2009; Bertham dan Nusantara, 2010). Sejauh ini belum pernah dilaporkan perilaku FPF dan FMA untuk dimanfaatkan secara mandiri atau bersama-sama pada lahan agroforestri kedelai dengan tegakan tertentu di lahan pasca penambangan batubara. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pasangan FMA dan FPF dengan genotipe baru tanaman kedelai agar dapat dibudidayakan di bawah tegakan sengon di lahan pasca penambangan batubara.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian lapangan dilaksanakan dari bulan Juli s/d Oktober 2010 di lahan pasca penambangan batu bara milik PT. Danau Mas Hitam, Kabupaten Bengkulu Tengah, Provinsi Bengkulu. Lahan tersebut telah ditumbuhi pohon sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) berumur 10 tahun dan memiliki karakteristik fisikokimia sebagai berikut: bobot volume  $1090 \text{ kg L}^{-1}$ , bobot jenis  $2320 \text{ kg L}^{-1}$ , daya hantar air  $1.52 \text{ cm jam}^{-1}$ , pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 4.37, pH (KCl 1 N) 3.76, DHL  $63 \mu\text{S cm}^{-1}$ , N total 0.03%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  tersedia  $2.87 \text{ mg kg}^{-1}$ , K tertukar  $0.32 \text{ cmol kg}^{-1}$ , Ca tertukar  $6.21 \text{ cmol kg}^{-1}$ , Mg tertukar  $3.46 \text{ cmol kg}^{-1}$ ; Na tertukar  $0.06 \text{ cmol kg}^{-1}$ , kapasitas tukar kation total  $15.31 \text{ cmol } [ + ] \text{ kg}^{-1}$ , kejenuhan basa 66%, FeS<sub>2</sub> 0.025%.

Inokulum FMA (*Gigaspora margarita*) merupakan hasil perbanyakan dengan kultur tunggal menggunakan isolat lokal, zeolit sebagai substrat tumbuh, dan tanaman kudzu (*Pueraria phaseoloides* Roxb) sebagai tanaman inang. Inokulan FMA terdiri atas campuran zeolit dengan akar kudzu terkolonisasi FMA dan spora ekstraradikal. Fungi pelarut fosfat diisolasi dari rizosfer tumbuhan bawah yang ada di lokasi percobaan dan kemudian diperbanyak dengan media Pikovskaya dimodifikasi (Pengnoo *et al.*, 2007), untuk setiap liter bahan mengandung 10 g glukosa; 0,5 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; 0, 2g NaCl; 0,2 g KCl; 0,5 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,005 g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 15 g agar, dan 5 g P dalam bentuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Isolat yang membentuk mintakat bening terluas dan menghasilkan P tersedia dengan kadar tertinggi dipilih sebagai isolat untuk percobaan. Bahan pembawa inokulan berupa campuran kompos steril.

Lahan pasca penambangan dibersihkan dari rumput dan perdu dan kemudian diolah untuk memperoleh tanah dengan sifat keterolahan yang baik. Dibuat petak percobaan dengan ukuran  $2.5 \times 2.5 \text{ m}^2$  dan jarak antar petaknya ialah 30 cm. Satu bulan sebelum tanam dilakukan pencampuran tanah dengan  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  Dolomit dan  $1 \text{ ton ha}^{-1}$  pupuk kandang sapi. Benih kedelai berselaput *gum arabicum* 40% berisi inokulan rizobial ditanamkan pada lubang tanam hasil penugalan, setiap lubang diberi dua benih kedelai. Pupuk hayati diberikan dalam bentuk 2.5 g inokulan FMA dan 0.25 g inokulan FPF. Tanaman dipelihara sampai panen dengan penyiraman dan penanggulangan hama dan



penyakit menggunakan pestisida Curacron yaitu pada umur 30, 50, dan 70 hari setelah tanam (HST). Penyulaman dilakukan pada umur 1 minggu setelah tanam (MST) dan penjarangan dilakukan pada umur 2 MST.

Pada umur 37 hari setelah tanam (HST), yaitu ketika  $\pm 10\%$  populasi tanaman telah berbunga, dilakukan pengambilan contoh tanaman untuk diamatijumlah dan bobot kering bintil akar efektif, bobot kering tanaman, dan kadar hara. Bintil akar efektif ditentukan berdasarkan kenampakan bagian dalam yang berwarna merah muda (*pink*). Bobot kering ditentukan berdasarkan hasil penimbangan pasca pengeringan dalam oven bersuhu 80 °C. Kadar hara N, P, dan K masing-masing dianalisis menggunakan metode Kjeldahl, pewarnaan biru molibdat, dan fotometer nyala (Sulaiman *et al.*, 2005). Serapan hara ditentukan berdasarkan hasil kali bobot kering bagian atas tanaman dengan kadar hara.

Pada umur 56 HST, yaitu pada saat 90% populasi tanaman telah mengering dan polong telah pecah, tanaman dipotong pada pangkal batangnya, polong dipisahkan dan kemudian dihitung jumlah polong berisi. Jumlah dan bobot biji dihitung pasca pengeringan udara selama tujuh hari. Contoh tanah diambil dari rizosfer kedelai untuk dianalisis kadar C organiknya (Sulaiman *et al.*, 2005).

Percobaan dilaksanakan menggunakan rancangan petak terpisah (*split plot*) dengan rancangan dasar acak kelompok lengkap yang diulang tiga kali. Petak utama ialah genotipe kedelai (Slamet dan 25EC). Genotipe 25EC merupakan genotipe baru kedelai yang memiliki karakteristik tahan P rendah dan kemasaman tinggi. Anak petak ialah pupuk hayati (kontrol tanpa pupuk hayati, FMA, FPF, dan FMA + FPF). Hasil pengamatan dianalisis dengan model sidik ragam dan perbedaan antar perlakuan dengan Uji Duncan pada taraf nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Tanah di Lokasi Percobaan

Berdasarkan kriteria Balai Penelitian Tanah, Bogor, tanah di lokasi percobaan memiliki karakteristik sebagai berikut. Karakteristik fisika tanah dengan nilai bobot volume, bobot partikel, dan permeabilitas yang tergolong baik (Kurnia *et al.*, 2006) yaitu seperti karakteristik tanah mineral pada umumnya. Secara kasat mata karakteristik demikian terlihat tidak menggumpal seperti ketika belum dilakukan program revegetasi dengan sengon.

Karakteristik kimia tergolong sangat masam, DHL sangat tinggi, kadar N total sangat rendah, P tersedia sangat rendah, K tertukar rendah, Ca tertukar sedang, Mg tertukar tinggi, Na tertukar sangat rendah, kapasitas tukar kation rendah, dan kejenuhan basa tinggi (Sulaiman *et al.*, 2005). Karakteristik demikian menunjukkan tanah di lokasi percobaan tergolong tidak subur atau miskin akan hara yang dibutuhkan tanaman. Kadar Ca yang tergolong sedang dan kejenuhan basa yang tinggi disebabkan oleh adanya pemberian kapur pada saat program revegetasi dimulai.

Program revegetasi menggunakan sengon baru berhasil pada tahap memperbaiki sifat fisika tanah. Perbaikan tersebut disebabkan oleh banyaknya tumbuhan bawah yang memiliki perakaran dangkal dan akar rambut. Akar rambut mudah terdekomposisi dan membentuk bahan organik yang diperlukan untuk pembentukan sifat fisika tanah yang baik. Namun demikian, revegetasi dengan sengon saja belum berhasil meningkatkan kesuburan kimia tanah pasca penambangan batubara.

## Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

Pupuk hayati berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) sedangkan genotipe kedelai dan interaksi pupuk hayati dengan genotipe berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap bobot kering tanaman kedelai umur 37 HST. Pupuk hayati pada dasarnya menghasilkan bobot kering tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kontrol (tanpa pupuk hayati) (Tabel 1). Diantara pupuk hayati yang diinokulasikan pada tanaman kedelai ternyata fungi mikoriza *G. margarita* menghasilkan bobot kering yang berbeda tidak nyata ( $p > 0.05$ ) dengan fungi pelarut fosfat namun berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) dengan pupuk hayati campuran M + FPF. Hal tersebut menunjukkan tidak perlu menggunakan dua pupuk hayati untuk menghasilkan bobot kering yang tinggi, pilihannya ialah pupuk hayati dalam bentuk FMA atau FPF.

Genotipe kedelai dan pupuk hayati berinteraksi sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap jumlah dan bobot kering bintil akar kedelai umur 37 HST. Jumlah bintil terbanyak (171 buah) dihasilkan pada akar kedelai genotipe 25EC yang diinokulasi FMA sedangkan yang tersedikit dihasilkan oleh akar genotipe Slamet yang tidak diberi pupuk hayati (21 buah) atau diinokulasi dengan pupuk hayati kombinasi FMA + FPF (23 buah) (Tabel 2). Pada dasarnya dua genotipe kedelai yang diuji memiliki perbedaan kemampuan bersimbiosis dengan rizobia pribumi (*indigenous*) untuk membentuk bintil akar. Pembentukan bintil akar menjadi semakin meningkat jika tanaman kedelai diinokulasi pupuk hayati FMA atau FPF. Pada genotipe Slamet penggunaan FMA atau FPF tunggal menghasilkan jumlah bintil yang berbeda tidak nyata ( $p > 0.05$ ) namun nyata lebih tinggi ( $p < 0.05$ ) jika dibandingkan dengan pupuk hayati gabungan FMA + FPF. Pada genotipe 25EC ketiga pupuk hayati menghasilkan jumlah bintil yang berbeda tidak nyata. Jumlah bintil yang terbentuk pada genotipe 25EC umumnya lebih banyak ( $p < 0.05$ ) dibandingkan Slamet apapun pupuk hayati yang diberikan.

Bobot kering bintil tertinggi dihasilkan oleh genotipe 25EC yang diberi fungi pelarut fosfat (0.55 g) sedangkan yang terendah ialah pada genotipe Slamet yang tidak diberi pupuk hayati (0.08 g) (Tabel 2). Sekalipun FMA menghasilkan jumlah bintil akar pada genotipe 25EC yang lebih banyak dibandingkan pada genotipe Slamet namun ternyata bobot kering bintil pada kedua genotipe tersebut berbeda tidak nyata ( $p > 0.05$ ). Dalam kenyataannya bintil pada kedua genotipe kedelai tersebut memang berbeda ukurannya bergantung kepada pupuk hayati yang diinokulasikan. Bintil akar pada genotipe Slamet berukuran lebih besar dibandingkan yang pada genotipe 25EC jika diinokulasi FMA namun ukurannya menjadi beragam jika diinokulasi FPF atau campuran FMA + FPF. Genotipe Slamet jika diinokulasi dengan FMA menghasilkan bobot kering bintil akar yang nyata tertinggi dibandingkan diinokulasi pupuk hayati lainnya. Genotipe 25EC jika diinokulasi dengan FMA atau FPF atau FMA + FPF menghasilkan bobot kering bintil akar yang berbeda tidak nyata ( $p > 0.05$ ) yang dihasilkan FMA atau FPF saja nyata lebih tinggi ( $p < 0.05$ ) dibandingkan kontrol.

Inokulasi pupuk hayati berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap serapan hara N, P, K dan kadar C organik tanah rizosfer kedelai umur 35 HST. Serapan hara N, P dan K dan kadar C organik tanah rizosfer kedelai nyata lebih tinggi ( $p < 0.05$ ) jika tanaman kedelai diinokulasi pupuk hayati dibandingkan tanpa inokulasi (Tabel 3). Fungi MA menghasilkan serapan N dan P yang berbeda tidak nyata ( $p > 0.05$ ) dengan FPF namun berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) dengan FMA + FPF sedangkan FPF menghasilkan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan FMA + FPF. Antar pupuk hayati menghasilkan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap serapan K dan kadar C organik namun nyata lebih tinggi ( $p < 0.05$ ) dibandingkan tanpa inokulasi pupuk hayati.

**Tabel 1.** Pengaruh pupuk hayati terhadap bobot kering tanaman kedelai umur 37 HST

Perlakuan	Bobot kering (g)		
	Pucuk	Akar	Total
Kontrol	4.27 c	1.36 b	5.62 c
Fungi mikoriza arbuskula (FMA)	9.30 a	2.49 a	11.79 a
Fungi pelarut fosfat (FPF)	7.76 ab	2.20 a	9.96 ab
M + FPF	6.72 b	1.92 ab	8.64 b

Keterangan : Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

**Tabel 2.** Jumlah dan bintil akar pada genotipe kedelai 25EC dan Slamet yang diinokulasi dengan pupuk hayati

Pupuk hayati	Jumlah bintil (buah)		Bobot kering bintil (g)	
	Slamet	25EC	Slamet	25EC
Kontrol	21 b A	99 b B	0.08 d A	0.19 b B
Fungi mikoriza arbuskula (FMA)	66 a A	171 a B	0.31 a A	0.36 a A
Fungi pelarut fosfat (FPF)	54 a A	127 ab B	0.16 b A	0.55 a B
FMA + FPF	23 b A	149 a B	0.11 c A	0.20 b B

Keterangan : Rerata sekolom diikuti huruf kecil sama dan rerata sebaris diikuti huruf besar sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

Inokulasi pupuk hayati menghasilkan pengaruh yang sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap komponen hasil tanaman kedelai umur 56 HST. Inokulasi FMA menghasilkan jumlah biji dan bobot biji pertanaman masing-masing 106 buah dan 15.55 g yang nyata tertinggi dibandingkan yang diinokulasi FPF atau kombinasi FMA + FPF (Tabel 4). Namun pengaruh FMA terhadap jumlah polong dan bobot biji per petak secara statistika dapat disamai oleh FPF dan atau FMA + FPF. Pada dasarnya inokulasi FMA menghasilkan pengaruh yang konsisten dan nyata tertinggi ( $p < 0.05$ ) dibandingkan pupuk hayati lainnya.

Data penelitian ini menunjukkan setidaknya ada dua gatra yang perlu diperhatikan jika akan melakukan budidaya kedelai di bawah tegakan sengon pada lahan pasca penambangan batu bara yaitu jenis tanaman dan pemupukan. Budidaya kedelai dapat dilakukan dengan kedelai genotipe lama (Slamet) atau baru (25EC) yang memperlihatkan pertumbuhan dan hasil yang sama pada lahan pasca penambangan batu bara. Hal serupa telah dilaporkan sebelumnya oleh Nusantara *et al.* (2009) yang melaporkan genotipe Slamet dan 25EC memiliki karakteristik pertumbuhan dan hasil yang kurang lebih sama pada tanah Ultisol, namun Slamet lebih responsif terhadap pupuk hayati dibandingkan 25EC. Seterusnya mereka melaporkan penggunaan pupuk hayati FPF + rizobia+ 75 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O mampu menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi dibandingkan yang dihasilkan oleh perlakuan pupuk buatan (75 kg ha<sup>-1</sup> N, 75 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 75 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O).

Jika diperhatikan lebih lanjut, dua genotipe tersebut berbeda tajam perilakunya ketika bersimbiosis dengan rizobia pribumi yang ditunjukkan dengan perbedaan jumlah dan bobot kering bintil akar (Tabel 2). Genotipe 25EC memiliki bintil akar lebih banyak namun dengan bobot kering bintil yang sama dengan genotipe Slamet yang bintil akarnya lebih sedikit. Kenampakan di lapangan menunjukkan bintil akar genotipe 25EC berukuran lebih kecil dan menyebar sepanjang akar, sebaliknya bintil akar pada genotipe Slamet berukuran lebih besar dan mengumpul pada pangkal akar. Hal tersebut menunjukkan rizobia pribumi



lebih kompatibel dengan genotipe Slamet dibandingkan 25EC sekalipun dan akhirnya menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang tidak berbeda nyata. Sekalipun bobot kering biji perpetak yang dihasilkan kedua genotipe kedelai tidak berbeda tidak namun demikian genotipe Slamet menghasilkan bobot kering biji perpetak (405 g) yang relatif lebih tinggi dibandingkan 25EC (300 g).

Hasil penelitian juga menunjukkan pupuk hayati tunggal, FMA atau FPF, menghasilkan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan (Tabel 1, 2, & 3) dan hasil kedelai (Tabel 4) dibandingkan pupuk hayati gabungan FMA + FPF dan kontrol tanpa pupuk hayati. Hal tersebut menunjukkan budidaya kedelai, menggunakan genotipe Slamet ataupun 25EC, menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang tinggi jika diinokulasi dengan FMA atau FPF saja. Kedua pupuk hayati tersebut tidak perlu diaplikasikan secara bersama-sama. Fungi MA telah diketahui mampu membantu tanaman menangkal cekaman hayati dan nir-hayati (Smith *et al.*, 2010) melalui mekanisme perbaikan faktor keharaan, khususnya serapan hara nir-goyah (Feddermann *et al.*, 2010), dan nir-hara (Yao *et al.*, 2003; Fester & Hause, 2007) yang berujung kepada membaiknya kondisi tanah, pertumbuhan dan hasil tanamanserta kemandirian lingkungan (Vosátka & Albrechtová, 2009; Gianinazziet *al.*, 2010).

Perilaku FMA berbeda dengan FPF dalam bersimbiosis dengan tanaman inang. FMA mengolonisasi akar dan membentuk struktur intra- dan ekstrasadikal untuk membantu tanaman menyerap hara, khususnya P dan unsur hara nir goyah. Untuk itu FMA memerlukan sejumlah karbon dari tanaman inang yang dipertukarkan dengan jasa keharaan atau nir-hara. Proses pertukaran karbon dengan FMA dilakukan dalam akar tanaman. Unsur P diberikan ke tanaman ketika FMA masih hidup tidak perlu menunggu sampai mati dan luruh (*decomposed*). Fungi pelarut fosfat tidak mengolonisasi akar namun hidup bebas dan mendapatkan karbon yang dieksudasikan ke rizosfir. Unsur P dalam hifa FPF baru tersedia untuk tanaman jika hifa mengalami kematian dan kemudian luruh atau mengalami mineralisasi. Perilaku demikian untuk menghasilkan efek penyediaan P yang sama, diduga menyebabkan FMA dan FPF bersaing untuk mendapat karbon dari tanaman dan relung tumbuh yang sama sehingga keduanya berpengaruh saling meniadakan. Sehingga kombinasi FMA + FPF terlihat menghasilkan pengaruh yang lebih rendah dibandingkan FMA atau FPF.

**Tabel 3.** Pengaruh pupuk hayati terhadap serapan hara N, P dan K dan kadar C organik tanah rizosferkedelai umur 37 HST

Perlakuan	Serapan hara (mg)		
	N	P	K
Kontrol	58.11 c	12.96 c	31.44 b
Fungi mikoriza arbuskula (FMA)	189.71 a	53.68 a	143.86 a
Fungi pelarut fosfat (FPF)	159.58 ab	38.21 ab	93.11 a
FMA + FPF	140.08 b	30.33 b	96.73 a

Keterangan : Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.



**Tabel 4.** Pengaruh pupuk hayati terhadap komponen hasil tanaman kedelai umur 56 HST.

Perlakuan	Jumlah (buah)		Bobot kering biji (g)	
	Polong	Biji	Per tnmn	Per petak
Kontrol	21 b	27 c	5.28 c	154.40 c
Fungi mikoriza arbuskula (FMA)	44 a	106 a	15.55 a	518.52 a
Fungi pelarut fosfat (FPF)	29 ab	57 b	8.10 b	283.82 b
M + FPF	37 a	64 b	9.52 b	452.83 a

Keterangan : Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

Sekalipun inokulasi FMA secara kuantitatif tidak mempengaruhi kolonisasi, namun demikian diduga inokulasi FMA mempengaruhi komposisi komunitas FMA yang mengkolonisasi akar tanaman kedelai. Hal tersebut berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan serapan hara yang menegaskan keunggulan FMA yang diinokulasikan dibandingkan FMA pribumi. Tanaman kedelai yang tidak diinokulasi FMA sekalipun memperlihatkan kolonisasi akar yang kurang lebih sama tingginya (data tidak ditunjukkan) namun pertumbuhan dan hasilnya tidak setinggi yang dihasilkan oleh tanaman kedelai yang diinokulasi FMA (Tabel 1, 3 & 4).

Saling tindak rizobia pribumi – fungi penyedia P (FMA atau FPF) – legum pada dasarnya dapat dijelaskan berdasarkan pengaruhnya terhadap penyediaan hara khususnya P. Lebih tingginya serapan P oleh tanaman kedelai karena bersimbiosis dengan FMA atau FPF, menstimulasi pembentukan bintil akar dan sematan N<sub>2</sub> hayati oleh rizobia pribumi. Peningkatan sematan N<sub>2</sub> menyebabkan tanaman tumbuh lebih sehat sehingga mampu menyediakan karbon yang cukup untuk FMA atau FPF sehingga meningkatkan kinerja kedua fungi tersebut. Hasil akhirnya ialah peningkatan nyata pertumbuhan dan hasil kedelai di bawah tegakan sengon yang tumbuh pada lahan pasca penambangan batubara.

## KESIMPULAN

Lahan reforestasi pasca penambangan batubara yang telah ditumbuhi sengon dapat dimanfaatkan untuk budidaya kedelai Slamet atau 25EC. Perlu dilakukan inokulasi FMA (*Gigaspora margarita*) atau FPF agar kedelai yang dibudidayakan tersebut menampilkan pertumbuhan dan hasil yang optimal di bawah tegakan sengon. Tidak disarankan untuk menginokulasikan FMA dan FPF secara bersama-sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bertham, Y.H. and A.D. Nusantara. 2010. Peningkatan produktivitas kedelai genotipe baru melalui teknologi pupuk hayati dan pemupukan berimbang di tanah Ultisol. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2010. Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu.
- Bertham, Y.H. 2006. Pemanfaatan CMA dan *Bradyrhizobium* Pada Tiga Genotipe Kedelai pada Sistem Agroforestri di Ultisol. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Feddermann, N., R. Finlay, T. Boller, and M. Elfstrand. 2010. Functional diversity in arbuscular mycorrhiza – the role of gene expression, phosphorous nutrition and symbiotic efficiency. *Fungal Ecol* 3:1 – 8.
- Fester, T. and B. Hause. 2007. Drought and symbiosis – why is abscisic acid necessary for arbuscular mycorrhiza? *New Phytol* 175:383–386.

- Gianinazzi, S., A. Gollotte, M.-N. Binet, D. van Tuinen, D. Redecker, and D. Wipf. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20:519–530.
- Kurnia, U., F. Agus, A. Adimiharja, and A. Dariah (editor). 2005. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Nusantara, A.D., Y.H. Bertham, H. Widiyono. 2009. Inovasi teknologi inokulasi menggunakan benih berselaput *Rhizobium* dan fungi pelarut fosfat spesifik untuk meningkatkan hasil kedelai di Ultisol. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2009. Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu.
- Pengnoo, A., Y. Hashidoko, J. Onthong, S. Gimsanguan, M. Sae-Ong, T. Shinano, T. Watanabe, and M. Osaki. 2007. Screening of phosphate-solubilizing microorganisms in rhizosphere and rhizoplane of adverse soil-adapting plants in Southern Thailand. *Tropics* 16:1–7.
- Pradhan, N. and L.B. Sukla. 2005. Solubilization of inorganic phosphates by fungi isolated from agriculture soil. *Afr J Biotechnol* 5:850–854.
- Scervino, J.M., M.P. Mesa, I.D. Mónica, M. Recchi, N.M. Moreno, and A. Godeas. 2010. Soil fungal isolates produce different organic acid patterns involved in phosphate salts solubilization. *Biol Fertil Soils* 46:755–763.
- Smith, S.E., E. Facelli, S. Pope, and S.A. Smith. 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant Soil* 326:3–20.
- Sprent, J.I. 2008. Evolution and diversity of legume symbiosis. Pp. 1–21 in: Dilworth MJ, E. James, J.I. Sprent, and W.E. Newton. (eds.). *Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses*. Springer-Verlag, New York.
- Sulaeman, Suparto, Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Vassilev, N., M. Vassileva, I. Nikolaeva. 2006. Simultaneous P solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends. *Appl Microbiol Biotechnol* 71:137–144.
- Vosátka, M. and J. Albrechtová. 2009. Benefits of arbuscular mycorrhizal fungi to sustainable crop production. Pp. 205–204 in : Khan, M.S., A. Zaidi, J. Mussarat. (eds). *Microbial Strategies for Crop Improvement*. Springer-Verlag, Berlin.
- Wei, L.L., C.R. Chen, and Z.H. Xu. 2010. Citric acid enhances the mobilization of organic phosphorus in subtropical and tropical forest soils. *Biol Fertil Soils* 46:765–769.
- Whitelaw, M.A. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Adv Agron* 69:99–151.
- Yao, M.K., H. Desilets, M.T. Charles, R. Boulanger, and R.J. Tweddell. 2003. Effect of mycorrhization on the accumulation of rishitin and solavetivone in potato plantlets challenged with *Rhizoctonia solani*. *Mycorrhiza* 13:333–336.

## Diskusi

**Penanya : Heria Kusworo**  
**Instansi : PTPN VII**

### Pertanyaan

1. Mengapa ketika mikoriza + pelarut fosfat menurunkan/ lebih rendah pertumbuhan tanaman maupun produksi?

### Jawaban

1. Karena terjadi persaingan nutrisi antara mikoriza dan pelarut fosfat, sehingga mikoriza menjadi tidak optimal untuk tanaman yang membutuhkan.

**Penanya : Muh. Basuki**  
**Instansi : PT Great Giant Pineapple Lampung**

### Pertanyaan

1. Mengapa pemakaian bersamaan FMA dan PSB justru mendapatkan hasil yang lebih rendah dibandingkan FMA atau PSB?

### Jawaban

1. Karena terjadi persaingan nutrisi antara mikoriza dan pelarut pospat, sehingga hara yang seharusnya jatah tanaman berkurang.

**Penanya : Rita Tri Puspitasari**  
**Instansi : Universitas Muhammadiyah Jakarta**

### Pertanyaan

1. Berapakah hasil kedelai per ha pada umumnya?

### Jawaban

1. Karena penelitian saya adalah penelitian awal yang tujuan utamanya hanya untuk melihat kemampuan tumbuh pada lahan degradasi pasca tambang, yang penting mampu tumbuh baru tahap berikut akan saya beritahu berapa produksi kedelainya pada lahan tersebut.

**Penanya : Hana C. Sinthyia**  
**Instansi : SMART Research Institut**

### Pertanyaan

1. Fungi pelarut pospat, jenis apa yang digunakan? Apa bentuk inokulasi yang digunakan? Bagaimana cara aplikasi FPF dan FMA+FPF?
2. Apakah jumlah spora dan % kolonisasi FMA dan FPF ada? Dan apakah mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai? Jika ya, berapa jumlah spora dan % kolonisasi akar terbaik untuk pertumbuhan dan produksi?

### Jawaban

1. Jenis FPF: *Aspergillus Niger*. Bentuknya serbuk (gambut dan lain-lain sebagai pembawa).
2. Jumlah infeksi rata-rata 90% karena ns [tidak nyata] jadi tidak saya tampilkan. Jumlah spora total tidak saya amati, cukup dengan % infeksi saja. FPF tidak [membentuk] koloni. Menurut saya, dengan menghitung spora saat panen kurang bermanfaat.

**Penanya : Nunung Sumiani A.**  
**Instansi : PT SMART Tbk.**

**Pertanyaan**

1. Untuk FMA, pembentukan bintil akar apakah kolonisasi sampai ke bintil?
2. Apakah FMA dan FPF bekerja sama dalam pembentukan bintil akar?

**Jawaban**

1. Pembentukan bintil akar tidak ada hubungannya dengan kolonisasi, tetapi peningkatan kolonisasi yang efektif dari CMA akan merangsang pembentukan bintil akar.
2. Iya, dengan ketersediaan P yang cukup dari tanaman, pemberian FMA akan merangsang pembentukan bintil akar.